



KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11) Publication number: **1020030060668 A**
(43) Date of publication of application: **16.07.2003**

(21) Application number: **1020020001587**
(22) Date of filing: **10.01.2002**
(30) Priority: ..

(71) Applicant: **FUELCELL POWER, INC.**
(72) Inventor: **HONG, BYEONG SEON**
KIM, HO SEOK
OH, SEONG JIN
SEO, YONG JUNG
SHIN, MI NAM
YANG, CHEOL NAM

(51) Int. Cl **H01M 2/18**

(54) SEPARATOR HAVING MICROCHANNEL AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(57) Abstract:

PURPOSE: Provided are a separator having microchannel capable of being not formed by mechanical processing, which can increase the reliability and the life of fuel cell, and a method for producing the same. **CONSTITUTION:** The separator is produced by method comprising the steps of (i) forming a microchannel-like mask pattern on the plate of material based on graphite and composite carbon; (ii) selectively dry etching the plate having mask pattern; and (iii) removing the mask pattern from the plate, and washing and drying the plate to form a separator, provided that microchannel is formed at one side or both sides of the separator.

copyright KIPO 2003

Legal Status

Date of request for an examination (20020110)
Notification date of refusal decision ()
Final disposal of an application (registration)
Date of final disposal of an application (20040424)
Patent registration number (1004347790000)
Date of registration (20040527)
Number of opposition against the grant of a patent ()
Date of opposition against the grant of a patent ()
Number of trial against decision to refuse ()
Date of requesting trial against decision to refuse ()
Date of extinction of right ()

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
H01M 2/18

(11) 공개번호 특2003-0060668
(43) 공개일자 2003년07월16일

(21) 출원번호 10-2002-0001587
(22) 출원일자 2002년01월10일

(71) 출원인 (주)퓨얼셀 파워
경기도 성남시 분당구 야탑동 151 분당테크노파크 D동 101호

(72) 발명자 오성진
서울특별시 관악구 봉천3동 관악현대아파트 101-1204

김호석
서울 광진구 구의3동 209-13

홍병선
서울 송파구 문정동 78-16

신미남
서울특별시 송파구 문정동 78-16

양철남
경기도 수원시 팔달구 영통동 955-1 황골주공 136동 1103호

서용중
경기도 이천시 쟁포동 94-3 신한아파트 106/1704

심사청구 : 있음

(54) 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법

요약

본 발명은 고분자전해질 막 및 기체확산층과 분리판을 포함하는 고분자 전해질 연료전지(Polymer Electrolyte Fuel Cells: PEFC)에서 연료 및 환원가스를 유도하는 흡연 및 복합탄소계 소재 분리판의 유로를 기존의 크기보다 미세하게 가공하여 반응가스가 촉매층으로 대류, 확산되는 것을 촉진시키며, 미세 가공을 통하여 유로를 제조하면 채널 사이의 간격을 좁힐 수 있으며 스택을 제조할 때 압력에 의한 분리판 혹은 기체확산층의 변형을 최소화 할 수 있고, 전극에 균일한 하중이 작용하며 전극의 균열을 방지하고 고분자전해질 막에 작용하는 응력의 집중현상을 감소시켜, 연료전지의 성능 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 분리판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

본 발명에서는 두께 2mm이하의 흡연 및 복합탄소계 소재 분리판에 미세유로형상 패턴(pattern) 공정과 건식식각 공정으로 800μm이하의 폭과 깊이를 갖는 유로의 제조방법이 제공되며, 두께 1.5mm이하의 다공성 탄소소재의 기체확산층에 미세유로 형상 패턴(pattern) 공정과 건식 식각공정으로 800μm이하의 폭과 깊이를 갖는 유로의 제조방법이 제공되며, 미세가공된 수백마이크로미터 이하의 유로 채널에 반응가스를 균일하게 분배하기 위해 분배헤더의 형상이 쪼개기형이고 매니풀드에서 멀어질수록 분배헤더의 폭이 좁아지는 유로의 구성을 특징으로 한다.

본 발명에 의한 구체적인 효과는 고분자전해질 연료전지(PEFC)에 사용되는 종래의 기계가공 혹은 성형한 흡연분리판의 가공비용 및 유로의 크기를 고려하면, 본 발명의 미세유로 분리판은 샌드블러스터(sand blaster) 식각공정을 통한 물리적 식각을 통해 가공방법의 단순화 및 저비용을 실현할 수 있으며 분리판의 두께를 줄이고 채널 제작 시, 채널 사이의 간격을 최소화하여 분리판 혹은 기체확산층의 변형을 줄이고 전극에 균일한 하중이 작용하게 되어 전극의 균열을 방지하고 막에 작용하는 응력을 감소시켜 신뢰성 및 수명 향상을 기대할 수 있다. 특히 미세가공된 유로에 의해 고분자전해질 연료전지의 산화환원반응에 필요한 반응가스가 촉매층으로 확산되는 것을 촉진시키고 농도 및 온도의

분포가 균일해지며 환원전극에서 생성되는 물을 원활히 배출시킴으로써 단위체적당 고출력밀도를 갖는 고분자전해질 연료전지를 저비용화(low cost), 경량화 및 소형화하여 제공할 수 있다.

대표도

도 6

색인어

연료 전지, 분리판, 미세유로, 마스크 패턴, 건식식각, 산화 전극, 환원 전극, 단위 전지, 고분자 전해질막, 막전극접합체(MEA), 기체확산층.

명세서

도면의 간단한 설명

- [도 1] 종래 연료전지 스택의 개략적인 단면을 나타낸 도면.
- [도 2] 종래 분리판의 개략적인 평면을 나타낸 도면.
- [도 3] 본 발명의 유로 폭과 깊이에 따른 확산거리의 변화를 나타낸 도면.
- [도 4] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로 형상을 갖는 분리판 제조공정을 나타낸 도면.
- [도 5a] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로가 분리판에 구성된 단위전지의 개략적인 단면을 나타낸 도면.
- [도 5b] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로가 기체확산층에 구성된 단위전지의 단면을 나타낸 도면.
- [도 6] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 새로운 분리판의 개략적인 평면을 나타낸 도면.
- [도 7a] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로의 사형 형상을 나타낸 도면.
- [도 7b] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로의 평행형 형상을 나타낸 도면.
- [도 7c] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로의 맞물림형 형상을 나타낸 도면.
- [도 7d] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로의 평행돌결형 형상을 나타낸 도면.
- [도 7e] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로의 분할 맞물림 형상을 나타낸 도면.
- [도 8] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 실제 제조된 분리판을 나타낸 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연료전지의 성능향상과 산화성을 증가시킬 수 있는 분리판 및 그 제조 방법에 관한 것으로써, 보다 상세히는 고분자전해질 막 및 기체확산층과 분리판을 포함하는 고분자전해질 연료전지(Polymer Electrolyte Fuel Cells: P

- EFC)에서 연료 및 환원가스를 유도하는 측연 및 복합탄소계 소재 분리판의 유로를 기존의 크기보다 미세하게 가공하여 반응가스가 측매층으로 대류, 확산되는 것을 촉진시키며, 미세 가공을 통하여 유로를 제조하면 채널 사이의 간격을 좁힐 수 있어, 스택을 제조할 때 압력에 의한 분리판 혹은 기체확산층의 변형을 최소화 할 수 있어, 전극에 균일한 하중이 작용하며 전극의 균열을 방지하고 고분자전해질 막에 작용하는 응력의 집중현상을 감소시켜, 연료전지의 성능 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 분리판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

연료 전지의 종류는 600°C 이상의 고온에서 작동하는 용융 탄산염형 연료전지(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cells) 및 고체산화물형 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cells)와 200°C 이하의 비교적 저온에서 작동하는 인산형 연료전지(PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cells), 고분자전해질형 연료전지(PEFC, Polymer Electrolyte Fuel Cells) 등이 있다. 그 외에도 고분자 전해질 연료 전지와 달리 메탄올을 연료로 사용하는 직접메탄올 연료전지(DMFC, Direct Methanol Fuel Cells) 등이 있다. 이 중에서도 고분자 전해질 연료전지는 저온인 70~80°C에서 동작이 가능하며, 높은 전류밀도를 유지할 수 있다. 이러한 이유로 고분자전해질 연료전지는 빠른 시동능력이 있으며, 소형화할 수 있고, 가벼운 전지를 만들 수 있어 이동 전원으로의 응용에 적합하다.

연료전지에서 전기 화학 반응은 두개의 반응, 즉 산화전극(anode)에서의 산화반응과 환원전극(cathode)에서의 환원반응으로 구성된다. 두 개의 전극은 고분자소재의 수소이온 교환의 특징을 가진 전해질 막에 의해 서로 분리된다.

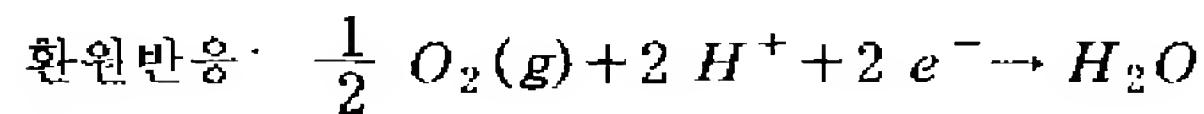
산화전극에서의 반응식은 반응식 1과 같다.

[반응식 1]



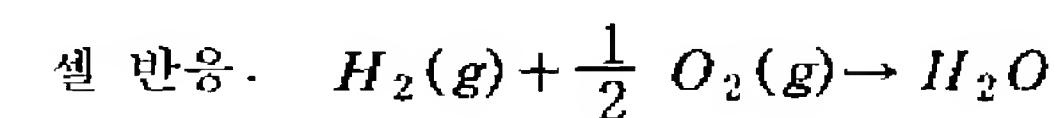
환원전극에서의 반응식은 반응식 2와 같다.

[반응식 2]



셀(Cell)의 총 반응식은 반응식 3과 같다.

[반응식 3]



두 전극에 산화 및 환원반응을 촉진시키기 위하여 백금 혹은 백금-루테늄 합금을 사용한 측매층을 기체확산층과 고분자전해질 막 사이에 코팅한다. 보통 백금계 측매는 고가이므로 코팅 시 사용량을 줄이고 이용률을 높이기 위하여 미세한 카본입자(Vulcan XC-72, Cabot사)를 측매 지지체로 사용한다. 반응의 결과 최종 부산물은 전기, 열 및 물이다. 열을 제거하기 위해 냉각과정을 필요로 할 수 있다. 또한 생성되는 물은 물 및 수증기의 형태인데 일반적으로 환원전극 쪽으로 공기를 강하게 흘려서 제거한다.

도 1은 종래 연료전지 스택의 개략적인 단면도를 나타낸 도면이다. 연료전지 스택의 기본을 이루는 단위전지(101)는 고분자전해질 막(102)에 의하여 분리된 산화전극(103)과 환원전극(104)의 두 전극으로 구성되고, 고분자전해질 막 외면의 두 전극(103, 104)은 열간 압착(hot press)에 의하여 막전극접합체(MEA)를 구성하게 되고 상기의 막전극접합체는 연료인 수소와 환원제인 산소를 공급하여 주고 산화환원반응에 의하여 생성되는 물을 배출시켜줄 수 있는 유로(105)가 형성된 분리판(106)에 의하여 지지되고 있다. 상기 분리판의 유로(105)를 통하여 공급 또는 배출되는 기체 또는 액체가 유출되지 아니하도록 가스켓(107)이 구성되어 있으며, 상기의 막전극접합체(MEA), 분리판(106) 및 가스켓(107)으로 구성된 단위전지(101)는 요구되는 출력을 얻기 위해 직렬로 적층되며 이들을 고정하는 수단으로 양끝에 동판(copper plate)(108)으로 고정하여 스택이 구성된다.

전극(103, 104)은 기체확산층(109)과 측매층(110)으로 구성되어 있으며 기체확산층(109)은 분리판(106) 바로 다음에 위치하면서 측매층(110)에 연료 및 공기를 공급해주고 생성된 전자의 이동통로 역할을 수행하며 보통 100~300 μm 정도의 두께를 가지는 다공성 탄소종이(Carbon Paper)나 탄소천(Carbon Cloth)으로 제조한다. 기체확산층은 측매로의 가스의 이동을 원활하게 해주는 동시에, 환원전극에 과량의 수분이 존재하는 것(flooding)을 막아주기 위해서 태프톤과 같은 발수제로 발수 처리하는 것이 일반적이다.

분리판(106)의 기능은 전지 내에 수소와 공기가 서로 섞이지 않도록 하고 두 전극을 전기적으로 연결하는 역할 및 적 충된 단위 전지들의 기계적인 지지체의 기능을 수행하며, 기체가 전극에 균일(uniform)하게 흘러가도록 하고 적절한 수분 관리를 통해 막이 건조되지 않도록 하는 기능을 한다.

도 2는 종래 분리판의 개략적인 평면을 나타낸 도면이다. 상술한 역할을 위해 분리판(200) 한쪽 혹은 양쪽에 반응기 체의 흐름을 유도하기 위한 유로(201)와 매니폴드(202)가 형성되어 있다. 분리판에 형성된 유로(201)는 일정 폭과 깊이를 갖는 채널(203)과 채널사이의 기체확산층과 접촉을 이루는 랜드(204)로 구성되어 있으며 채널(203)의 폭과 랜드(204)의 폭의 비는 1:1에서 2:1의 값을 갖는다.

분리판에 유로를 형성하는 방법은 측연 혹은 복합탄소계 소재의 판을 기계 가공하거나 성형하여 제작하는데 주로 기계가공법이 많이 사용된다. 복합탄소계 소재를 분리판 재료로 주로 사용하는 이유로는, 측연 혹은 복합탄소계 소재가 연료전지에서 일어나는 산화환원반응에 내부식성이 강하며 전기적 접촉저항이 작고 금속재료(스테인레스)에 비해 가볍기 때문이다. 그러나 측연 혹은 복합탄소계 소재는 가공시간이 길고 가공비용이 고가이며, 깨지기 쉬운 단점이 있다. 이러한 측연 혹은 복합탄소계 소재의 단점을 해결하기 위해 가공이 용이하고 두께를 얇게 제작할 수 있는 금속계 소재를 사용하려는 시도가 있지만 금속재료는 부식이 되기 쉬워 표면에 귀금속과 같은 비산화성 물질로 피복해야 하거나 탄소로 표면 처리를 해야 하는 추가적인 비용이 발생하는 단점을 가지고 있다.

현재 측연 혹은 복합탄소계 소재 분리판의 종래기술의 채널 폭은 0.8~ 6mm, 랜드의 폭은 0.25~ 5mm, 채널의 깊이는 0.25~ 6mm의 범위를 갖는다. 그러나 기계가공의 한계로 대부분 사용되는 채널의 폭은 0.9~ 1.4mm의 범위를 갖는다. 금형을 이용하여 압축성형이나 사출성형 방법으로 분리판을 제작 할 때는 기계가공시 보다 유로 채널의 폭이 더 넓어지므로 반응가스의 분배 및 기계적 지지체로의 기능 축면에서 바람직하지 않다.

이상적인 유로는 기체 흐름이 원활하도록 압력손실이 적어야 하며, 반응면적에 균일한 농도 및 온도 분포를 유지하고, 기체확산층으로 반응기체가 균일하게 전달되어야 하며, 생성된 물이 채널을 통해 빨리 배출되어야 하며, 기체의 잔류 시간을 가급적 길게 해서 반응기체의 이용률을 높일 수 있어야 하며, 전극과의 접촉면 적이 균등하게 분배되어 전기적 저항을 줄일 수 있어야 한다.

세계특허 WO00/26981호에는 다이아몬드 새김눈 도구(diamond scoring tools)로 미세구조의 형상을 부드러운 구리 표면에 형성하고 니켈도금하여 제작한 니켈사출도구를 사용하여 용융된 폴리머를 사출하는 방법으로 표면상에 V형 채널을 갖는 미세구조의 필름을 만들어, 채널의 폭과 깊이, 랜드의 폭을 각각 800㎛이하로 하는 미세유로 분리판을 제조하는 방법이 기술되어 있다. 그러나 이 방법은 미세구조의 필름을 분리판에 삽입하기 위해서는 매우 정밀하게 가공한 금속판을 사용해야 하며, 이 금속판 역시 부식방지를 위해 추가로 코팅해야하는 공정이 필요하다. 또한 미세구조 필름과 금속 분리판과의 결합 및 밀봉의 문제점이 있으며, 폴리머 소재의 필름은 전기전도성이 떨어져 측연이나 금속 소재의 분리판에 비해 연료전지의 저항분극이 커지는 문제점이 있다.

분리판으로 측연이나 복합탄소계 소재를 사용하면 내부식성이 강하고, 전기적 접촉저항이 작고 비중이 작아 바람직 하지만, 채널 폭이 800㎛ 이하인 경우는 기계가공의 한계로 제작이 어려워 단위전지 혹은 스택에 적용하여 성능을 평가할 수 없었다. 또한 분리판 양쪽에 모두 유로를 가공하기 위해서는 분리판의 두께가 2.5mm이상이 되어야 연료전지 구조의 안정성이 확보되지만, 분리판 두께의 제한은 연료전지의 소형화, 경량화에 장애요소가 되고 있어 추가적으로 획기적인 분리판 제조방법을 필요로 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 연료전지 분리판에 있어서, 유로 채널 폭의 기계 가공 한계를 극복하기 위해 측연 및 복합 탄소계 소재의 판 위에 유로 형상 마스크(mask) 패턴(pattern)을 형성하고 건식식각 방법으로 제조하는 새로운 분리판 제조방법을 사용하여, 기계가공으로 불가능한 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법을 제공하는데 본 발명의 목적이 있다.

또한, 측연 및 복합탄소계 소재 분리판의 새로운 제조방법을 사용하여 분리판 두께를 줄여 경량화된 연료전지 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

또한, 연료전지의 연료 및 환원가스(공기, 산소)를 유도하는 유로 채널을 측연 및 복합탄소계 소재의 분리판 혹은 기체 확산층에 미세 가공하여 연료 및 환원가스가 측매층으로 확산되는 것을 촉진시키고, 분리판 영역에서 균일한 농도분포를 제공함으로써 고성능, 고신뢰성을 갖는 분리판을 포함한 연료전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 목적이 있다.

또한, 측연 및 복합탄소계 소재 분리판의 유로 채널 제작 시, 채널 사이의 간격을 최소화하여 분리판 혹은 기체확산층의 변형을 줄이고 전극에 균일한 하중이 작용하게 하여 전극의 균열을 방지하고 고분자전해질 막에 작용하는 응력의

집중현상을 감소시켜, 고신뢰성의 연료전지 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

또한, 본 발명은 흑연 및 복합탄소계 소재 분리판의 유로 채널 제작 시, 좁아지는 분배헤더(header)를 형성하여 각각의 채널에서 연료 및 환원가스의 균일한 흐름과 산화환원반응 부산물을 효율적으로 배출시킬 수 있어, 고성능, 고신뢰성의 연료전지 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상술한 목적들을 달성하기 위하여 본 발명의 제1 측면에 따르면, 흑연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서, 흑연 및 복합탄소계 소재의 판 위에 미세유로 형상 마스크(mask) 패턴(pattern)을 형성하는 단계, 상기 마스크 패턴된 판을 선택적으로 건식식각을 수행하는 단계, 상기 미세유로 형상이 제조된 판의 마스크 패턴을 제거, 세척 그리고 건조하여 분리판을 제조하는 단계를 포함하되, 상기 분리판의 일측면에 미세유로가 형성된 구조이거나 양측면에 미세유로가 형성된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법이 제공된다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 흑연 및 복합탄소계 소재의 판 위에 미세유로 형상 마스크 패턴을 형성하는 단계는, 흑연 및 복합탄소계 소재의 판을 건식필름으로 코팅하는 단계, 상기 코팅된 판을 노광하는 단계, 분무형 현상기에서 상기 판의 건식 필름을 현상하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 마스크 패턴된 판을 선택적으로 건식식각을 수행하는 단계는, 샌드 불러스터 장비를 이용하여 식각을 수행하는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 샌드불러스터 장비를 사용하여 식각하는 채널과 랜드의 폭(width)과 깊이(depth)가 수백 마이크로미터 단위인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 유로를 구성하는 채널과 랜드의 폭이 100 μ m이상 1000 μ m이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공되며, 상기 유로 채널의 깊이가 100 μ m이상 1000 μ m이하가 바람직하다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 유로를 구성하는 채널과 랜드의 폭이 400 μ m이상 600 μ m이하가 바람직하고, 상기 유로 채널의 깊이가 400 μ m이상 600 μ m이하가 바람직하다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 유로 채널의 측면과 바닥면이 이루는 각도가 90도이상 135도이하가 바람직하다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 분리판의 두께가 2mm이하인 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 미세유로가 사형(serpentine type) 형상, 평형(parallel type) 형상 그리고 맞물림형(interdigitated type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공된다.

본 발명의 제2 측면에 따르면, 흑연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서, 기체확산층인 다공성 탄소소재 위에 채널과 랜드의 폭(width)과 깊이(depth)가 수백 마이크로미터 단위(scale)인 것을 특징으로 하는 미세유로를 형성하는 단계와 상기 미세유로가 형성된 기체확산층과 직렬로 이웃한 기체확산층 사이에 분리판을 구성하는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공된다.

본 발명의 제3 측면에 따르면, 흑연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서, 분리판 유로 채널로 반응가스를 분배하기 위한 분배헤더의 형상이 쪄기형이고 매니폴드에서 멀어질수록 분배헤더의 폭이 좁아지는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 제조방법이 제공된다.

본 발명의 제4 측면에 따르면, 상기에 기재된 방법으로 제조된 분리판이 제공된다.

본 발명의 제5 측면에 따르면, 상기에 기재된 방법으로 제조된 분리판을 포함한 것을 특징으로 하는 단위전지, 연료전지 스택, 연료전지시스템 또는 센서 등이 제공될 수 있다.

우선, 발명의 이해를 돋기 위하여 수백 마이크로미터 단위(scale)의 크기를 가지는 미세유로를 적용할 경우 그 효과를 아래에 상술하였다.

채널내부의 유동은 채널의 습윤면적과 습윤경계선길이의 비로 정의되는 수력지름이 작고 유속이 빠르지 않으므로 층류영역이며 채널의 주유동방향의 압력과 속도의 관계는 공지되어 있는 바와 같이 다음의 식(출처: 회중당에서 출판한 상설유체역학)으로 나타낼 수 있다.

[식 1]

$$\Delta P = \frac{32\mu L}{D_h^2} V_z$$

여기서 ΔP : 압력강하

μ : 반응기체의 절성계수

L : 채널의 주유동방향 길이

D_h : 채널의 수력지름(4 × 습윤면적(wetted area)/

습윤경계선길이(wetted perimeter))

V_z : 반응기체의 속도(주유동방향)

한편 유로 채널에서 기체확산층으로 유입하는 반응기체의 압력과 속도의 관계는 기체확산층이 다공성 매질이므로 공지되어 있는 바와 같이 Darcy 법칙(출처: Wiley 출판사에서 출판한 Transport Phenomena)의 지배를 받는다.

[식 2]

$$\Delta P = \frac{\mu}{\alpha} V_x \Delta_x$$

: 전극방향

[식 3]

$$\Delta P = \frac{\mu}{\alpha} V_y \Delta_y$$

: 전극과 주유동방향에 수직한 방향

여기서 ΔP : 압력강하

μ : 반응기체의 절성계수

α : 반응기체의 투과도(permeability)

V : 반응기체의 속도

Δ : 유동방향의 거리

하첨자 x : 전극방향의 벡터 성분

하첨자 y : 전극과 주유동방향에 수직한 벡터 성분

(채널의 피치(pitch) 방향)

도 3은 식 1, 식 2 그리고 식 3의 이해를 돋기 위해, 유로 폭과 깊이에 따른 확산거리의 변화를 나타낸 도면이다. 도 3에서 분리판(300)의 상부는 종래 기술의 유로(310)의 경우이며, 하부는 미세유로(320)를 적용한 경우의 바람직한 일 실시예이다. 압력차(ΔP)가 동일하다고 가정한 경우, 채널의 폭(301)과 깊이(302)를 줄이면 식 1에 의해 수력지름이 작아져 주유동방향(도3에서 지면에 수직한 방향)으로는 속도가 줄어들게 된다. 반대로 식 3에 의해서 채널 피치(pitch) 방향(x방향)으로의 유동 거리는 줄어들어 기체확산층(303)으로의 속도가 증가한다. 결론적으로 미세유로는 기체확산층(303)으로의 대류를 활성화시켜 반응기체 농도 및 반응열에 의한 온도분포를 전극 전체에 걸쳐 균일하게 하며 확산거리(304)가 줄어들어 반응기체의 촉매층으로의 이동이 용이하며 기체확산층의 두께를 더욱 줄일 수 있다.

- 또한 채널의 깊이를 줄이면 기체확산층의 두께 뿐만 아니라 분리판의 두께 역시 줄일 수 있어서 분리판의 전기적인 저항이 감소하며 전체적인 스택의 부피가 줄어들어 연료전지 스택의 단위체적당 전류밀도가 높아진다.

미세유로가 갖는 또 다른 장점으로는 분리판과 기체확산층(303)이 직접 접촉하는 랜드(305) 영역의 간격을 균일하고 짧게 하여 스택 제조 시 분리판에 가해지는 압력에 의하여 랜드가 기체확산층(303) 부분을 눌러(press) 가스의 흐름을 방해하는 현상을 제거할 수 있으며, 산화전극과 환원전극의 차압에 의해 전해질 막에 걸리는 굴림응력도 줄일 수 있다.

이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 먼저 발명의 이해를 돋기 위하여 고분자전해질 연료전지의 흑연 및 복합탄소계 소재 분리판을 중심으로 설명하겠으나, 본 발명이 상기 고분자 전해질 연료전지에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 미세유로 형상이 형성된 흑연 및 복합 탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서 연료가 기체인 고분자전해질 연료전지(PEFC)와 연료가 액체(메탄올)인 직접메탄올 연료 전지(DMFC)에도 사용할 수 있으며, 전해질이 고체인 고체산화물 연료전지(SOFC)에서도 유사한 가공 공정을 적용해 사용할 수 있음은 물론이며, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명에 의한 미세유로 형상이 형성된 흑연 및 복합탄소계 소재 분리판을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 당연하다.

본 발명에서는 두께 2mm이하의 흑연판에 건식식각 방법을 사용하여 800㎛이하의 폭과 깊이를 갖는 유로채널을 가공한다. 이러한 미세유로는 반응가스의 균일한 분배 및 원활한 수처리와 기계적인 지지체로서 장점을 지니고 있으며, 두께가 얇은 분리판의 실현이 가능해 스택의 부피와 중량을 감소시킬 수 있으며 아울러 고출력밀도의 연료전지 특성을 구현한다.

유로의 가공은 흑연 분리판에 형성하는 것 뿐만 아니라, 경우에 따라서는 탄소종이 소재의 기체확산층에 가공할 수도 있으며, 이 경우에도 상술한 미세유로의 효과는 동일하게 적용된다. 가공하는 유로의 형태는 평행유로, 사형(serpentine)유로, 맞물림(interdigitated)유로 등 여러가지 형태를 가질 수 있으며 본 발명에서 제시하는 보다 효과적인 형태는 실시예에서 상술하였다.

도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로 형상을 갖는 분리판의 제조공정을 나타낸 도면이다. 흑연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서 본 발명에 의한 미세유로를 갖는 분리판의 제조공정은 다음과 같다. 단계 405에서 흑연 및 복합탄소계 소재의 판 위에 미세유로 형상 마스크(mask) 패턴(pattern)을 형성한다. 그리고 단계 410에서 마스크 패턴된 판을 선택적으로 건식식각을 수행하여 미세유로 형상을 가공하고, 단계 415에서 미세유로 형상이 제조된 판의 마스크 패턴을 제거, 세척 그리고 건조하여 분리판을 제조한다. 여기서 분리판을 제조하는 방법은 두가지로 나누어지는데 첫째 분리판 일측면에 미세유로가 형성된 모노풀라 구조로 제조하는 방법과, 둘째 분리판 양측면에 미세유로가 형성된 바이풀라 구조로 제조하는 방법이 있다. 물론 바이풀라 구조로 제조된 분리판은 일측면에 단계 405, 단계 410, 단계 415를 순차적으로 진행하여 미세유로를 형성한 다음, 미세유로가 형성된 면에 보호층을 코팅한 후, 분리판 다른측면에 다시 단계 405, 단계 410, 단계 415를 순차적으로 진행하여 제조한다.

또한, 단계 405에서 흑연 및 복합탄소계 소재의 판 위에 미세유로 형상 마스크 패턴을 형성하는 단계는, 흑연 및 복합 탄소계 소재의 판을 건식 필름으로 코팅하는 단계, 상기 코팅된 판을 노광하는 단계, 분무형 현상기에서 상기 판의 건식 필름을 현상하는 단계를 더 포함한다.

또한, 단계 410에서 마스크 패턴된 소재의 판을 선택적으로 건식식각을 수행하는 단계는, 샌드 블러스터 장비를 이용하여 식각을 수행할 수 있으며, 상기 샌드블러스터 장비를 사용하여 식각하는 채널과 랜드의 폭(width)과 깊이(depth)가 수백 마이크로미터 단위인 것을 특징으로 한다.

이하, 흑연 및 복합탄소계 소재의 분리판에 미세유로 형상을 제조하는 방법을 상세히 설명하기로 한다.

상기 미세유로를 포함하는 분리판을 제조하기 위해 흑연판(두께:1.5mm, 평균 비중: 1.93g/cc)을 8cm x 8cm 크기로 준비한다. 상기의 흑연판을 세정기에서 탈이온수로 약 10분 동안 세정한 후, 건조기에서 120°C, 20분 동안 건조하여 수분을 제거한다. 건조된 흑연판을 120°C에서 10분 동안 예열한 후, 래미네이터(laminator)장비를 사용하여 두께가 100㎛인 건식필름(dry film: BF410)을 코팅한다. 래미네이터 공정 과정에서 상부 톤러 온도는 60°C 정도, 하부롤러 온도는 55°C 정도이며 롤링 속도는 0.2cm/sec 정도로 하는 것이 바람직하다.

분리판의 미세유로 형상이 패턴된 포토마스크(photo mask)나 필름 마스크(film mask)를 사용하여 노광기나 마스크 얼라이너(mask aligner)에서 20mW/cm² 정도의 에너지 밀도로 약 6- 8초 동안 노광한다. 건식필름이 코팅된 흑연 판을 현상하기 위해 분무형 현상기에서 현상액(10- 30% Na₂CO₃ 용액)을 노즐을 통하여 약 40초동안 분무하면서 현상한다. 분무형 현상기의 공정 조건은 현상액 온도 23°C 정도, 분무 압력 2.8Kg/cm² 정도, 노즐 이동 속도는 0.8cm/sec 정도로 하는 것이 바람직하다. 상기와 같이 현상한 후, 오븐에서 100°C 정도에서 약 2분 동안 베이크(bake)를

실시하는 것이 바람직하다.

상기와 같이 마스크(mask) 패턴(pattern) 공정을 거친 흑연판을 샌드블러스터(sand bluster) 장비(BPS-4040LS, ALPS Engineering사)를 사용하여 미세유로의 깊이(depth)가 약 500 μ m 정도로 식각(etch)한다. 샌드블러스터 공정 조건에서 기판 이동 속도는 약 30mm/분 정도, 노즐 이동 속도는 약 10m/분 정도이고, 노즐 분출압력은 약 3.4kg/cm²이며 기판과 노즐사이의 거리는 약 60mm 정도인 것이 바람직하며, 연마제는 SiC(#500)를 사용하는 것이 바람직하다.

또한, 미세 식각 공정을 거친 흑연판에 부착된 건식필름을 제거하기 위해 초음파세척기를 사용하여 상기 흑연판을 아세톤 용액에서 세척하여 건식필름을 제거한 후, 세정기에서 탈이온수로 약 10분 동안 세정한 후, 건조기에서 120°C 정도에서 약 20분 동안 건조하여 수분을 제거함이 바람직하다.

분리판의 양측면에 미세유로를 형성하는 경우에는, 우선 상기에 기재된 제조공정과 조건으로, 순차적으로 흑연판 일측면에 미세유로 형상을 제조한 후, 래미네이터(laminator) 장비를 사용하여 미세유로가 형성된 흑연판 면에 보호층인 두께가 50 μ m인 건식필름(dry film: BF405)을 코팅한다. 미세유로가 가공된 면에 보호층을 코팅한 후, 상기 흑연판 일측면에 미세유로 형상을 제조하는 공정과 조건으로, 순차적으로 미세유로가 형성된 흑연판 다른측면에 미세유로 형상을 제조하여 바이풀라 구조의 분리판을 제조하는 것이 바람직하다.

상기 미세유로를 포함하는 분리판을 제조하기 위해 수지(Resin)가 함유된 복합탄소계 소재를 사용하여 분리판을 제조할 수도 있으며 아래에 상세히 설명하기로 한다.

탄소/수지 복합체(composite)(두께:2mm, 평균비중: 1.97g/cc) 판을 8cm x 8cm 크기로 준비한다. 상기의 탄소/수지 복합체 판을 세정기에서 탈이온수로 약 10분 동안 세정한 후, 건조기에서 120°C, 20분 동안 건조하여 수분을 제거한다. 건조 된 탄소/수지 복합체 판을 120°C에서 10분 동안 예열한 후, 래미네이터(laminator) 장비를 사용하여 두께가 100 μ m인 건식필름(dry film: BF410)을 코팅한다. 래미네이터 공정 과정에서 상부 롤러 온도는 60°C 정도, 하부롤러 온도는 55°C이며 롤링 속도는 0.1cm/sec 정도로 하는 것이 바람직하다.

분리판의 미세유로 형상이 패턴된 포토마스크(photo mask)나 필름 마스크(film mask)를 사용하여 노광기나 마스크 얼라이너(mask aligner)에서 20mW/cm² 정도의 에너지 밀도로 약 8- 10초 동안 노광한다. 건식필름이 코팅된 탄소/수지 복합체 판을 현상하기 위해 분무형 현상기에서 현상액(10- 30% Na₂CO₃ 용액)을 노즐을 통하여 약 45초 동안 분무하면서 현상한다. 분무형 현상기의 공정 조건은 현상액 온도 23°C 정도, 분무 압력 2.8Kg/cm² 정도, 노즐 이동 속도는 0.8cm/sec 정도로 하는 것이 바람직하다. 상기와 같이 현상한 후, 오븐에서 100°C 정도에서 약 2분 동안 베이크(bake)를 실시하는 것이 바람직하다.

상기와 같이 마스크(mask) 패턴(pattern) 공정을 거친 탄소/수지 복합체 판을 샌드블러스터(sand bluster) 장비(BPS-4040LS, ALPS Engineering사)를 사용하여 미세유로의 깊이(depth)가 약 500 μ m 정도로 식각(etch)한다. 샌드블러스터 공정 조건에서 기판 이동 속도는 약 30mm/분 정도, 노즐 이동 속도는 약 20m/분 정도이고, 노즐 분출압력은 약 2.1kg/cm²이며 기판과 노즐사이의 거리는 약 60mm 정도인 것이 바람직하며, 연마제는 SiC(#500)를 사용하는 것이 바람직하다.

또한, 미세 식각 공정을 거친 탄소/수지 복합체 판에 부착된 건식필름을 제거하기 위해 초음파세척기를 사용하여 상기 탄소/수지 복합체 판을 아세톤 용액에서 세척하여 건식필름을 제거한 후, 세정기에서 탈이온수로 약 10분 동안 세정한 후, 건조기에서 120°C 정도에서 약 20분 동안 건조하여 수분을 제거함이 바람직하다.

탄소/수지 복합체(composite) 소재를 사용하여 분리판의 양측면에 미세유로를 형성하는 경우에는, 우선 상기에 기재된 탄소/수지 복합체 판에 미세유로를 제조하는 공정과 조건으로, 순차적으로 탄소/수지 복합체 판 일측면에 미세유로 형상을 제조한 후, 래미네이터(laminator) 장비를 사용하여 미세유로가 형성된 탄소/수지 복합체 판 면에 보호층인 두께가 50 μ m인 건식필름(dry film: BF405)을 코팅한다. 미세유로가 가공된 면에 보호층을 코팅한 후, 상기 탄소/수지 복합체 판 일측면에 미세유로 형상을 제조하는 공정과 조건으로, 순차적으로 미세유로가 제조된 탄소/수지 복합체 판 다른측면에 미세유로 형상을 제조하여 바이풀라 구조의 분리판을 제조하는 것이 바람직하다.

도 5a는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 미세유로가 분리판에 구성된 단위전지의 개략적인 단면을 나타낸 도면이다. 막전극접합체(MEA)(510)는 고분자 전해질 막(511)과 다공성 탄소종이에 백금계 촉매를 수십마이크로미터 정도로 코팅하여 촉매층(512)을 형성한 후, 다공성 탄소소재의 기체확산층(513)와 함께 열간 압착(hot press)하여 제조한다. 기체확산층(513)은 기공율이 60% 이상이며 두께는 400 μ m이하가 일반적이다. 분리판(501)은 전기적 접촉저항이 작고 내부식성이 강한 흑연 혹은 복합탄소계 소재를 사용하며, 샌드블러스터(sand blaster) 식각공정을 통해 분리판 양면에 각각 산화전극과 환원전극에 연료과 산화제(산소 혹은 공기)를 공급하는 유로를 형성한다. 분리판의 유로를 통하여 공급 또는 배출되는 기체 또는 액체가 유출되지 아니하도록 가스켓(514)이 구성되어 있으며, 상기의 막

- 전극접합체(MEA)(510), 분리판(501) 및 가스켓(514)은 하나의 단위전지(500)를 구성한다. 분리판(501)에 유로를 구성하는 채널(502)과 랜드(503)에 있어서, 채널의 폭은 100~ 1000 μm 의 범위이며 미세유로의 효과를 고려하면, 바람직하게는 400~ 600 μm 의 범위이다. 채널의 깊이는 100~ 1000 μm 의 범위이며 1.5~ 2mm 두께의 분리판을 고려하면, 바람직하게는 400~ 600 μm 의 범위이다. 랜드의 폭은 100~ 1000 μm 의 범위이며 바람직하게는 400~ 600 μm 의 범위이다. 기계가공(machining)을 하면 흑연 혹은 복합탄소계 소재의 추성에 의해 분리판이 깨어질 가능성이 있어 3mm이상의 두께를 갖는 판을 사용하였지만, 건식식각을 통한 분리판 제조는 판이 깨어질 가능성이 없고 채널의 폭과 깊이가 미세하므로 두께가 2mm이하, 더 바람직하게는 1.5mm이하의 흑연 혹은 복합탄소계 소재의 판을 원재료로 사용한다. 채널의 측면(504)과 바닥면(506)이 이루는 각도(505)는 최소 90도이며, 랜드(503)와 접한 기체확산층(513)으로 반응가스의 대류와 확산을 촉진시키기 위해 필요에 따라서는 최대 135도의 각도(505)를 갖도록 제조할 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예는 도 5b에 도시한 바와 같이 유로를 기체확산층(520)에 형성하는 것이다. 미세유로 가공에 사용되는 기체확산층(520)은 기공률 60%이상의 탄소종이를 사용하며 두께는 100~ 1500 μm 의 범위이며 전극에 반응가스를 공급하고 생성된 전기를 모으는(collect) 역할 외에 표면에 채널(521)과 랜드(522)를 구비하여 스택 외부에서 공급되는 기체가 분리판(523)에 형성된 입,출구 매니폴드(524,525)와 연통되도록 하는 기능을 한다. 기체확산층(520)에 유로를 구성하는 채널(521)과 랜드(522)에 있어서, 채널의 폭은 100~ 1000 μm 의 범위이며 바람직하게는 400~ 600 μm 의 범위이다. 채널의 깊이는 100~ 1000 μm 의 범위이며 바람직하게는 400~ 600 μm 범위이다. 랜드의 폭은 100~ 1000 μm 의 범위이며 바람직하게는 400~ 600 μm 의 범위이다. 기체확산층(520)에 유로를 구성하는 경우, 분리판(523)은 스택 외부에서 공급되는 기체를 기체확산층의 채널(521)로 연결시키는 매니폴드(524,525)와 기체확산층이 위치할 수 있도록 기체확산층의 크기와 채널의 깊이만큼 음각한 부분(526)이 형성되어 있으며, 환원전극과 산화전극의 반응가스가 서로 섞이지 않도록 하는 기능을 한다.

도 6에 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 새로운 분리판의 평면을 나타낸 도면이다. 분리판은 고분자전해질 막과 막전극접합체(MEA)에 고분자전해질 연료전지의 연료기체인 수소를 공급하는 연료공급 매니폴드(600), 반응하지 않은 배기가스를 제거하는 연료배출 매니폴드(601), 산화제인 산소를 포함하는 공기를 공급하는 공기공급 매니폴드(602), 동작시 발생하는 물과 반응하지 않은 공기를 제거하는 공기배출 매니폴드(603)으로 구성되고, 상기 공기공급 매니폴드(602)로 유입된 공기는 유도로(609)를 통하여 공급분배헤더(604)로 연결되고 공급분배헤더 내부에서 미세가공된 공급채널(606)을 통해 기체확산층을 지나 측매층에서 반응할 수 있도록 유도되며, 기체확산층으로의 대류를 촉진시키기 위해 공급채널(606)과 배출채널(607)이 불연속적인 구조를 갖는 맞물림(interdigitated)형으로 구성되며, 막전극접합체(MEA)에 반응에 필요한 전자를 전달하는 전기전도체로서 랜드(608)가 구성되며, 산화환원반응에 의해 생성된 물과 반응 후 여분의 공기는 기체확산층을 지나 배출채널(607)을 통해 배출분배헤더(605)와 연결되고 유도로(610)를 지나 공기배출 매니폴드(603)를 통하여 배출되며, 상기 분리판의 반대측에는 도면에 도시하지는 않았지만 연료의 이동에 필요한 유도로와 채널 및 랜드가 병렬식으로 구성되며 연료공급 매니폴드(600)와 연료배출 매니폴드(601)와 연통되도록 구성된다.

분배헤더(604,605)는 유로의 형태가 맞물림(interdigitated)형이나 평행(parallel)형의 경우 각 채널(606,607)로 반응가스를 균일하게 분배시키기 위해 필요하며 본 발명에 의한 미세유로는 채널의 수가 증가하기 때문에 성능이 향상된 분배헤더가 필요하다. 이를 위해서 본 발명에서 제시하는 분배헤더는 채널의 폭보다 1~ 5배의 넓은 폭을 갖도록 구성되며 그 형상은 직사각형(605) 혹은 보다 원활한 분배를 위하여 매니폴드(600,601,602,603)에서 멀어지는 방향으로 폭이 좁아지는 쪄기형(604)으로 구성될 수 있다. 쪄기형 분배헤더(604)는 매니폴드에서 멀어질수록 유동저항이 증가하게 되어 일반적인 직사각형 분배헤더에서 발생하였던 채널과 매니폴드와의 거리에 비례하여 채널 내부의 유량이 증가하였던 문제를 해소하고, 각 채널로 균일한 유량의 반응가스가 공급될 수 있도록 한다.

반응가스의 균일한 분배 및 원활한 수처리와 기계적인 지지체로서 장점을 갖는 미세유로를 적용한 분리판 혹은 기체확산층에 적용할 수 있는 여러가지 유로 형상은 도 7a, 도 7b, 도 7c, 도 7d 그리고 도 7e에 도시되어 있다. 고분자전해질 연료전지에 바람직한 유로형상은 사형(serpentine type)(도 7a), 평행형(도 7b), 맞물림형(interdigitated type)(도 7c)등과 이들 형상을 조합한 평행물결형(parallel corrugated type)(도 7d), 분할 맞물림형(separated interdigitated type)(도 7e) 등 다양한 형상이 가능하며 이들 형상은 본 발명에 의한 건식식각을 통해 미세 가공됨으로써 그 성능은 더욱 향상된다. 본 발명의 미세유로 분리판의 유로형상은 채널의 폭과 깊이가 마이크로미터(μm) 단위(scale)로 작아지므로 사형유로보다는 평행형유로나 맞물림형유로가 부가적인 압력손실을 줄일 수 있으며, 서로의 장점을 조합한 부분 사형 부분 평행유로 혹은 분할 사형유로, 분할 맞물림형유로 등을 사용하여 미세유로가 형성된 흑연 및 복합탄소계 소재 분리판의 장점을 극대화할 수 있다.

도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 실제 제조된 분리판을 나타낸 도면이다. 실제 제작된 분리판에서 미세유로 채널과 랜드의 폭은 500 μm 이고 깊이는 500 μm 이었다.

발명의 효과

고분자전해질 연료전지(PEFC)에 사용되는 종래의 기계가공 혹은 성형한 측연 분리판의 가공비용 및 유로의 크기를 고려하면, 본 발명의 미세유로 분리판은 샌드 블러스터(sand blaster) 식각공정을 통한 건식식각을 통해 가공방법의 단순화 및 저비용을 실현할 수 있으며 분리판의 두께를 줄이고 채널 제작 시, 채널사이의 간격을 최소화하여 분리판 혹은 기체학산충의 변형을 줄이고 전극에 균일한 하중이 작용하게 되어 전극의 균열을 방지하고 막에 작용하는 용력을 감소시켜 연료전지의 신뢰성 및 수명 향상을 기대할 수 있다. 특히 미세가공된 유로에 의해 고분자전해질 연료전지의 산화환원반응에 필요한 반응가스가 측매충으로 확산되는 것을 촉진시키고 농도 및 온도의 분포가 균일해지며 환원전극에서 생성되는 물을 원활히 배출시킴으로써 단위체적당 고출력밀도를 갖는 고분자 전해질 연료전지를 저비용화(low cost), 경량화 및 소형화하여 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

측연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서,

측연 및 복합탄소계 소재의 판 위에 미세유로 형상 마스크(mask) 패턴(pattern)을 형성하는 단계;

상기 마스크 패턴된 판을 선택적으로 건식식각을 수행하는 단계;

상기 미세유로 형상이 제조된 판의 마스크 패턴을 제거, 세척 그리고 건조하여 분리판을 제조하는 단계를 포함하되,

상기 분리판의 일측면에 미세유로가 형성된 구조이거나 양측면에 미세유로가 형성된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 측연 및 복합탄소계 소재의 판 위에 미세유로 형상 마스크 패턴을 형성하는 단계는,

측연 및 복합탄소계 소재의 판을 건식 필름으로 코팅하는 단계;

상기 코팅된 판을 노광하는 단계;

분무형 현상기에서 상기 판의 건식 필름을 현상하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 마스크 패턴된 판을 선택적으로 건식식각을 수행하는 단계는, 샌드블러스터 장비를 이용하여 식각을 수행하는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 샌드블러스터 장비를 사용하여 식각하는 채널과 랜드의 폭(width)과 깊이(depth)가 수백 마이크로미터 단위인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 유로를 구성하는 채널의 폭이 100 μm 이상 1000 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 유로를 구성하는 채널의 폭이 400 μm 이상 600 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 7.

제1항에 있어서, 유로를 구성하는 랜드의 폭이 100 μm 이상 1000 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 8.

제1항에 있어서, 유로를 구성하는 랜드의 폭이 400 μm 이상 600 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 9.

제1항에 있어서, 유로를 구성하는 채널의 깊이가 100 μm 이상 1000 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 10.

제1항에 있어서, 유로를 구성하는 채널의 깊이가 400 μm 이상 600 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 11.

제1항에 있어서, 채널의 측면과 랜드가 이루는 각도가 90도이상 135도이하인것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 12.

제1항에 있어서, 분리판의 두께가 2mm이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 13.

제1항에 있어서, 미세유로가 사형(serpentine type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 14.

제1항에 있어서, 미세유로가 평형(parallel type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 15.

제1항에 있어서, 미세유로가 맞물림형(interdigitated type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 16.

제1항에 있어서, 미세유로가 평행형과 맞물림형의 조합인 분할 맞물림형 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 17.

흑연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서,

기체확산층인 다공성 탄소소재 위에 채널과 랜드의 폭(width)과 깊이(depth)가 수백 마이크로미터 단위(scale)인 것을 특징으로 하는 미세유로를 형성하는 단계와

상기 미세유로가 형성된 기체확산층과 직렬로 이웃한 기체확산층 사이에 분리판을 구성하는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 18.

제17항에 있어서 유로를 구성하는 채널의 폭이 100 μm 이상 1000 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 19.

제17항에 있어서 유로를 구성하는 채널의 폭이 400 μm 이상 600 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 20.

제17항에 있어서 유로를 구성하는 랜드의 폭이 100 μm 이상 1000 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 21.

제17항에 있어서 유로를 구성하는 랜드의 폭이 400 μm 이상 600 μm 이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 22.

제17항에 있어서 유로를 구성하는 채널의 깊이가 100㎛이상 1000㎛이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 23.

제17항에 있어서 유로를 구성하는 채널의 깊이가 400㎛이상 600㎛이하인 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 24.

제17항에 있어서, 미세유로가 사형(serpentine type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 25.

제17항에 있어서, 미세유로가 평형(parallel type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 26.

제17항에 있어서, 미세유로가 맞물림형(interdigitated type) 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 27.

특연 및 복합탄소계 소재의 분리판을 포함하는 연료전지에 있어서,

분리판 유로 채널로 반응가스를 분배하기 위한 분배헤더의 형상이 뼈기형이고 매니폴드에서 멀어질수록 분배헤더의 폭이 좁아지는 것을 특징으로 하는 미세유로를 갖는 분리판 및 그 제조방법.

청구항 28.

제1항 또는 제 27항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조된 분리판.

청구항 29.

제1항 또는 제 27항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조된 분리판을 포함하는 것을 특징으로 하는 단위전지.

청구항 30.

제1항 또는 제 27항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조된 분리판을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 스택.

청구항 31.

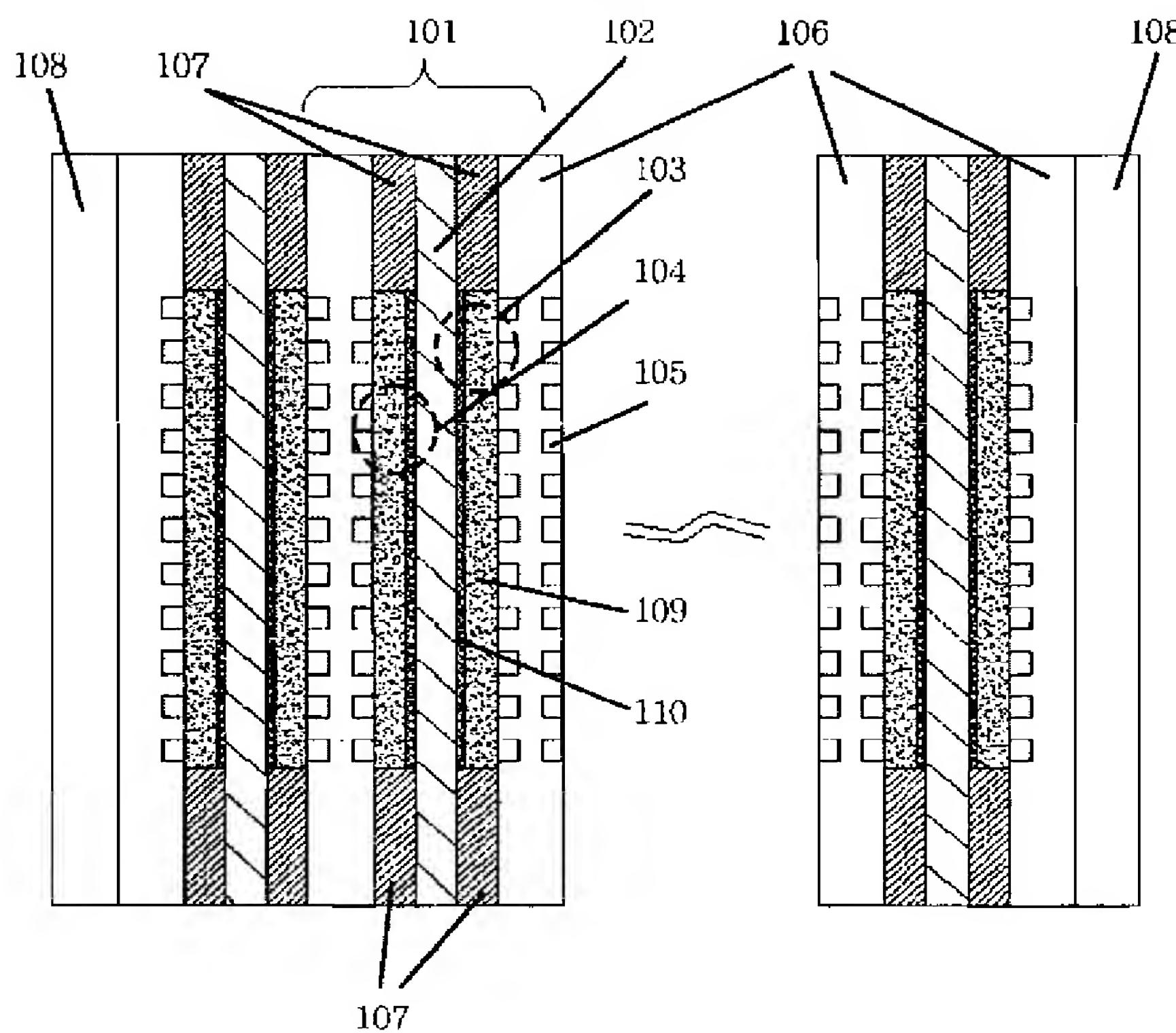
제1항 또는 제 27항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조된 분리판을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지시스템

청구항 32.

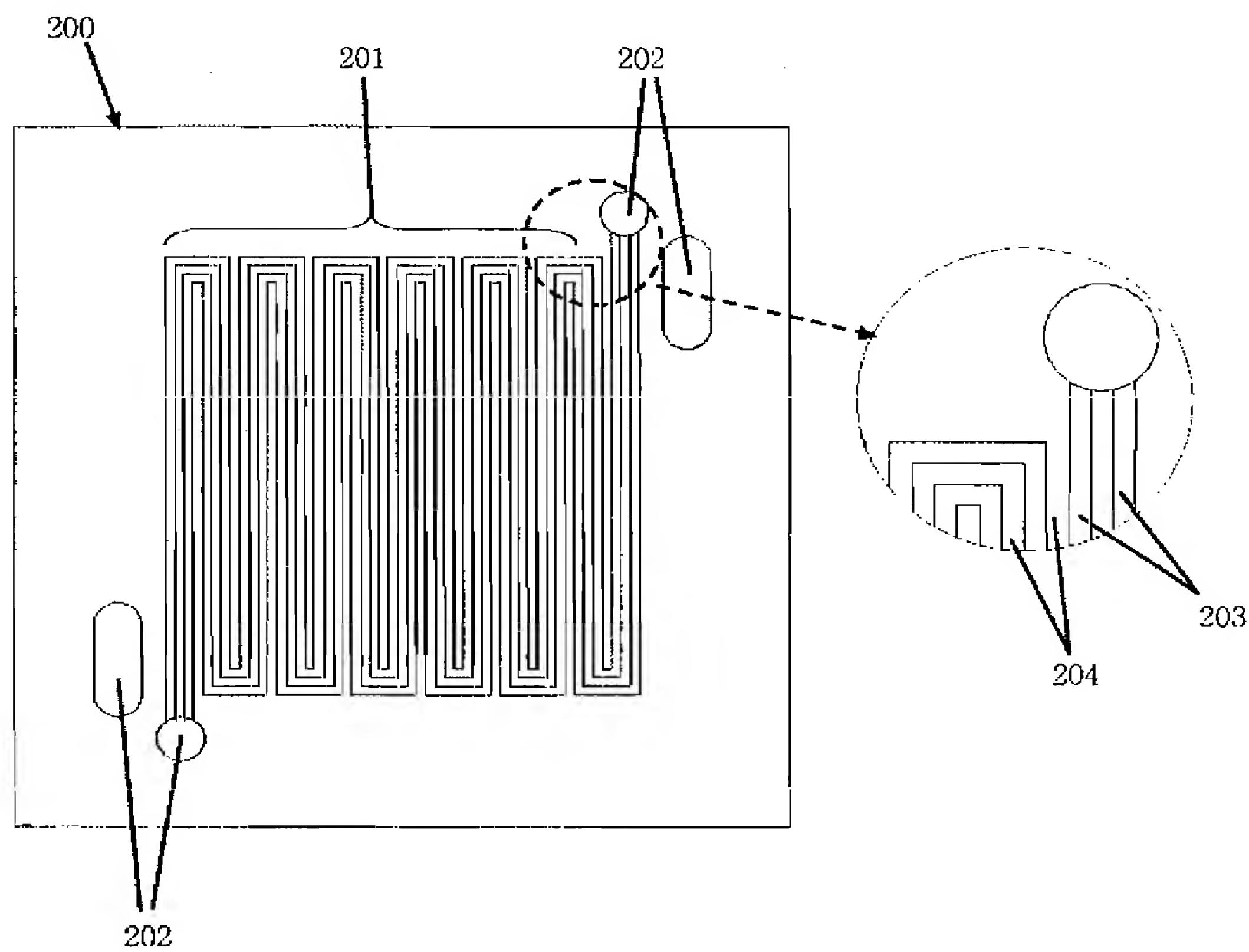
제1항 또는 제 27항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조된 분리판을 포함하는 것을 특징으로 하는 센서.

도면

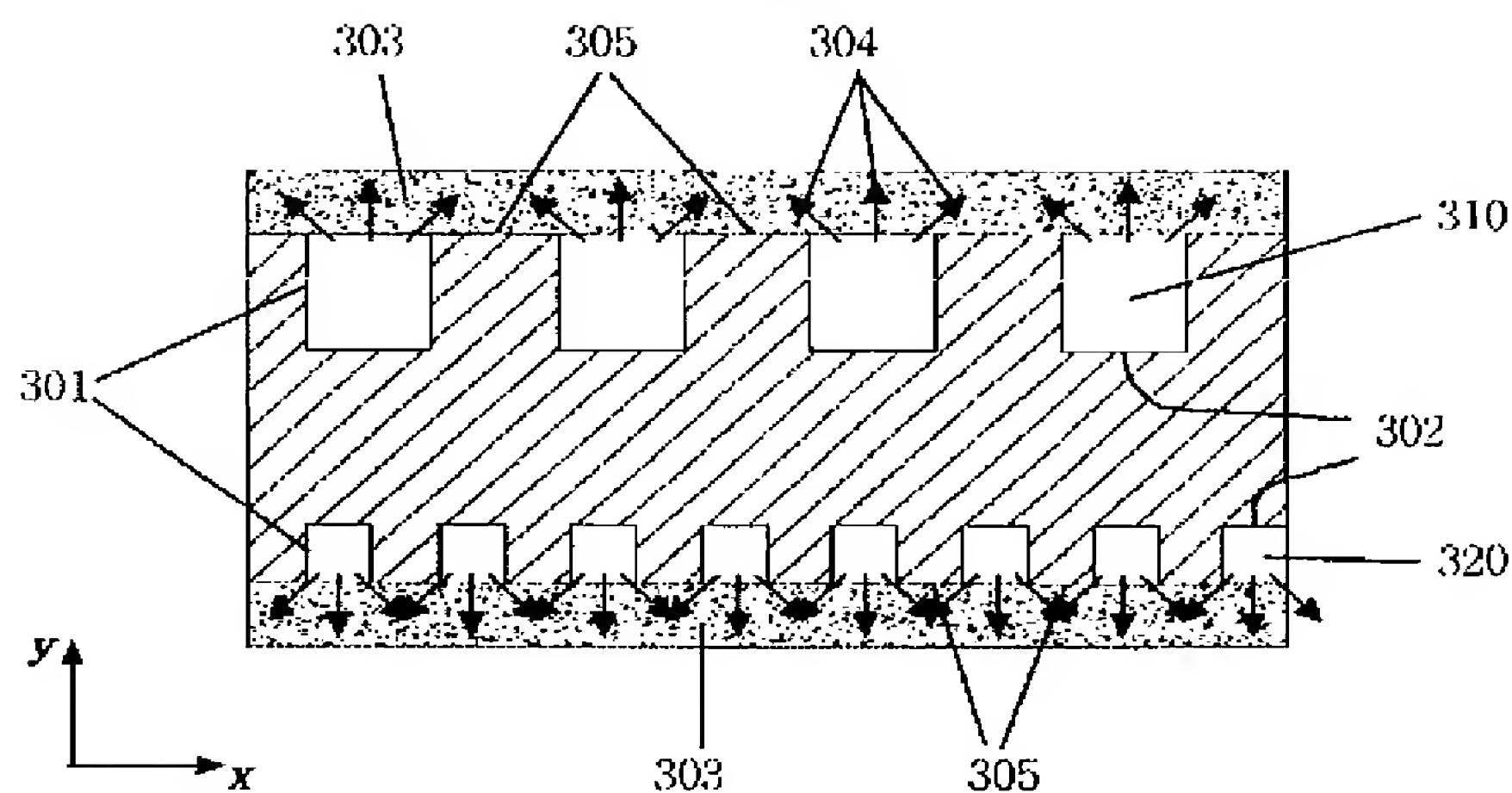
도면1



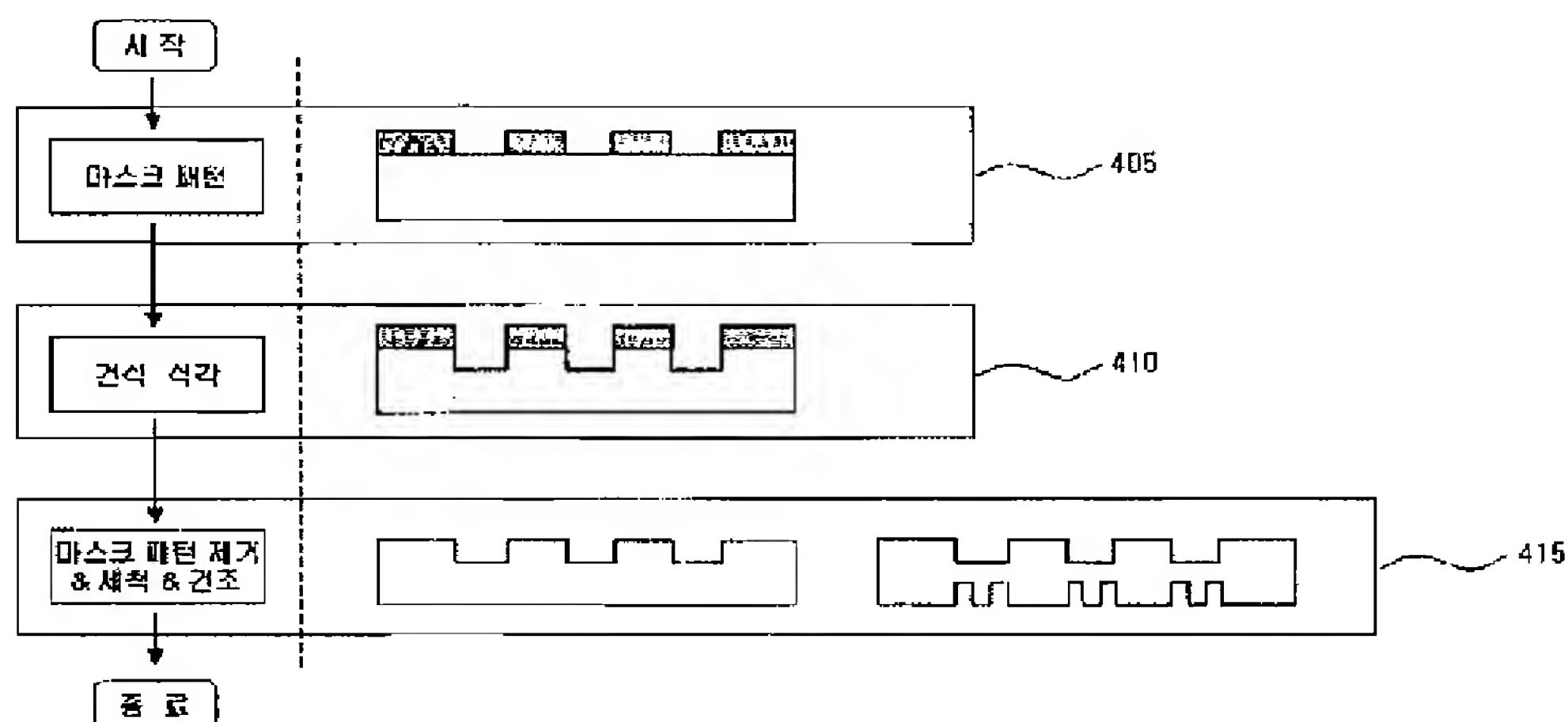
도면2

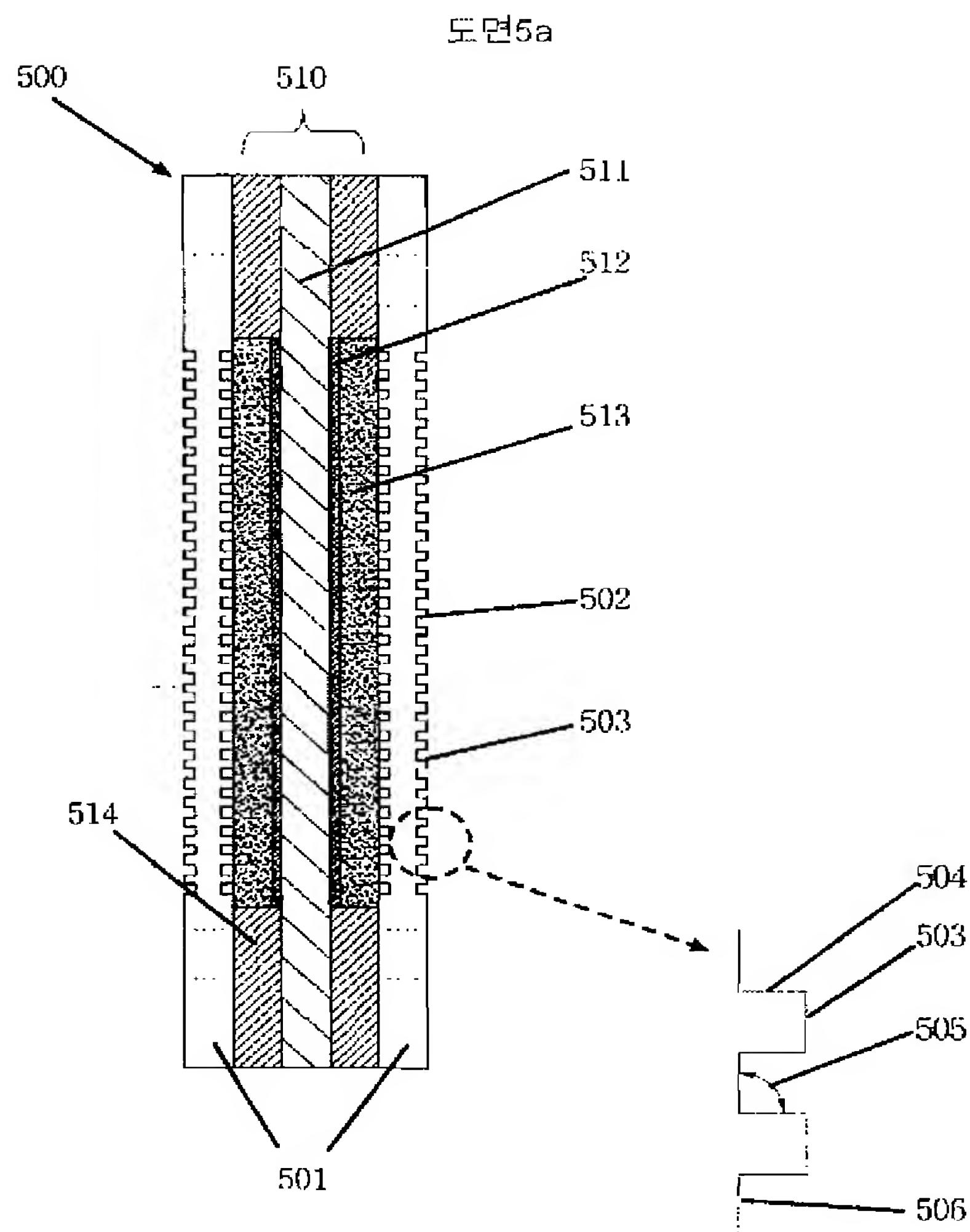


도면3

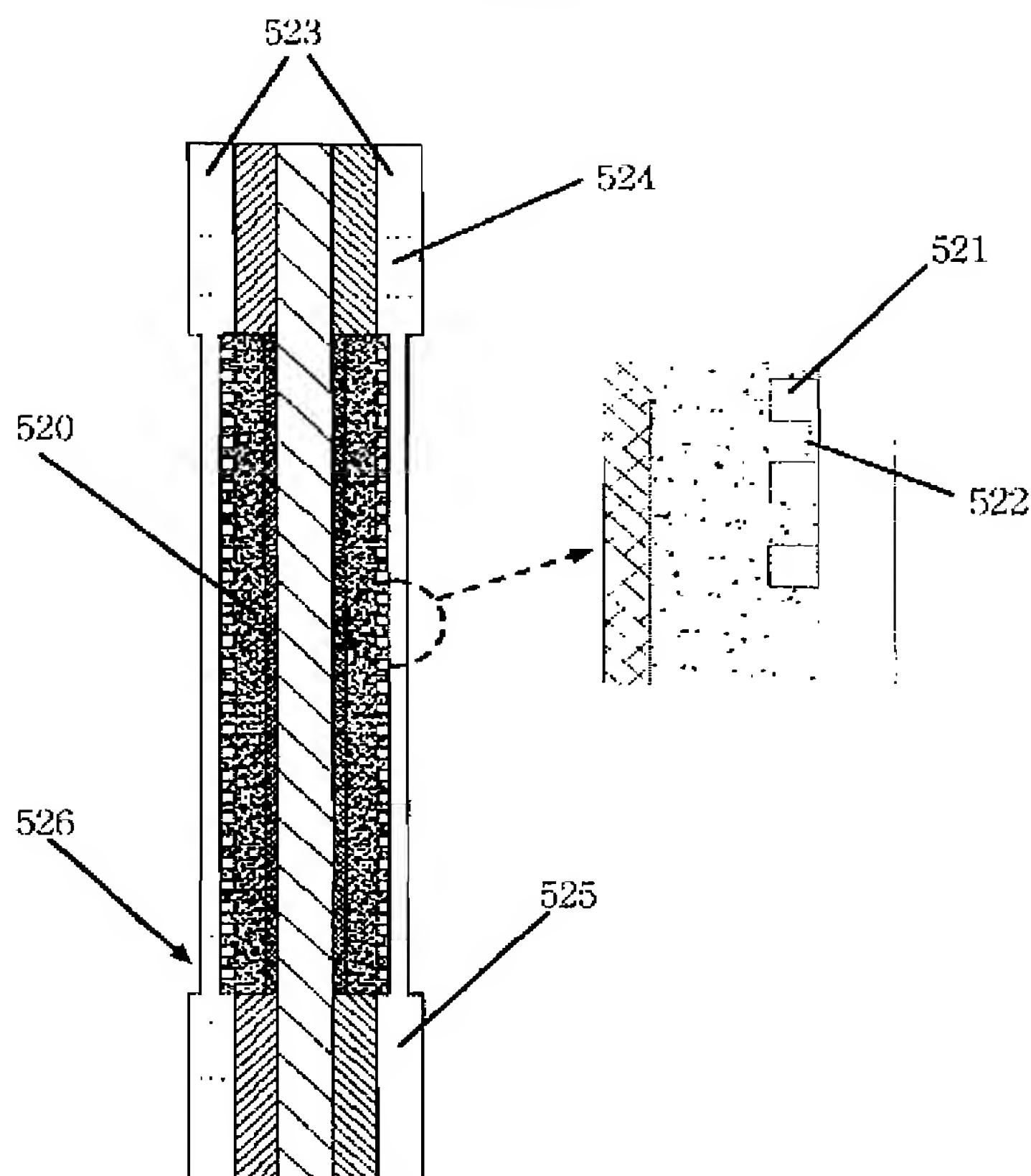


도면4

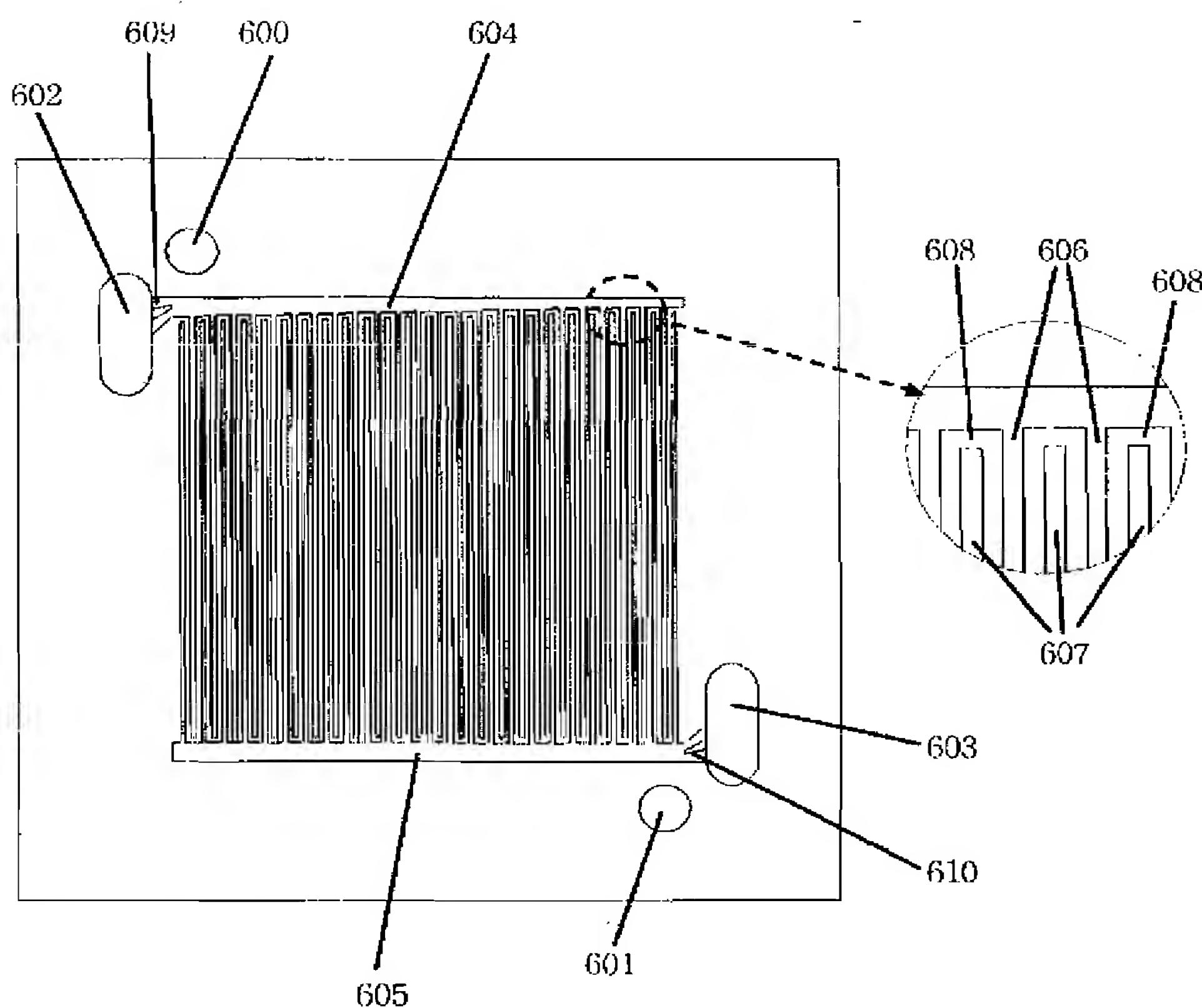




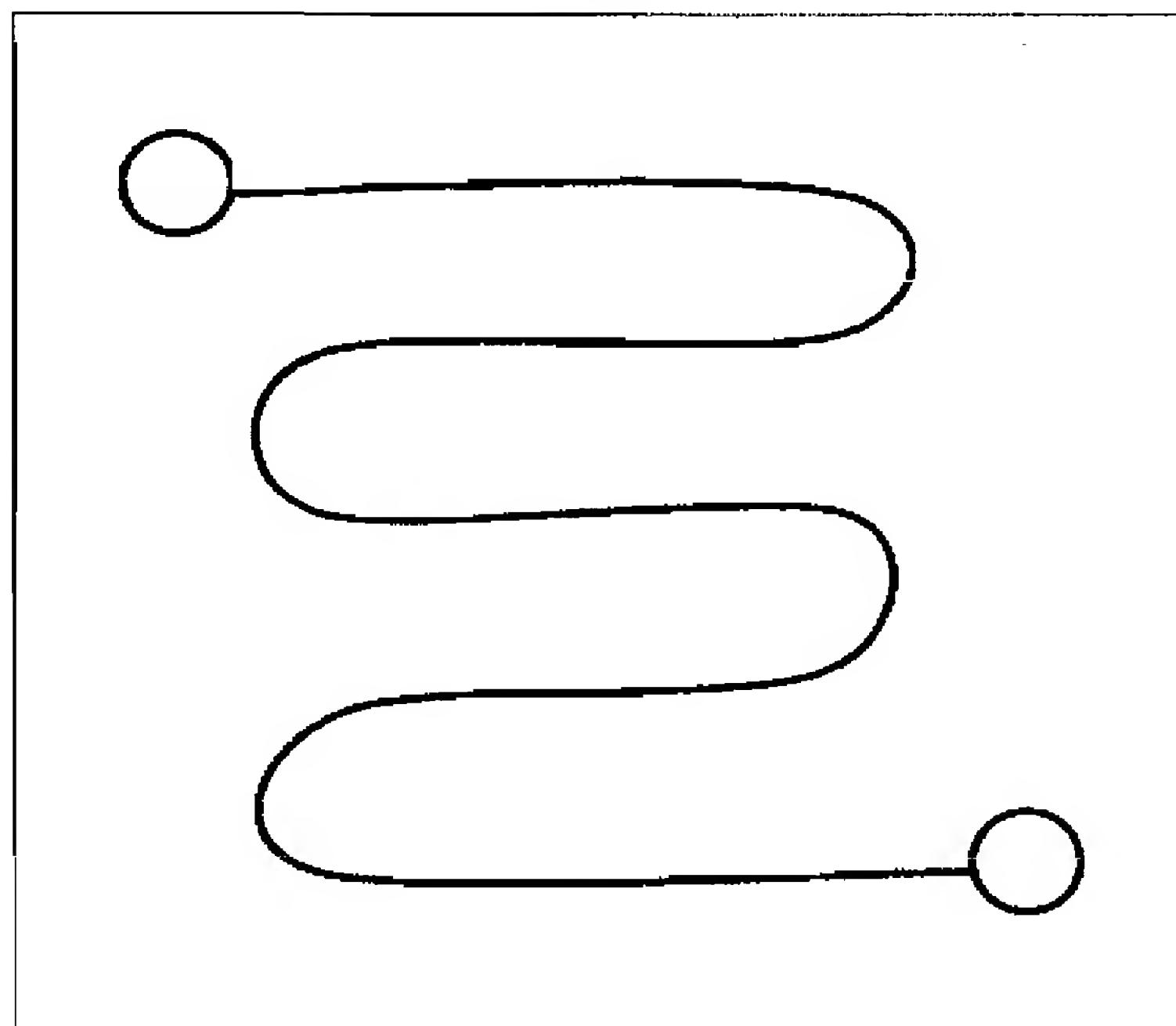
도면5b



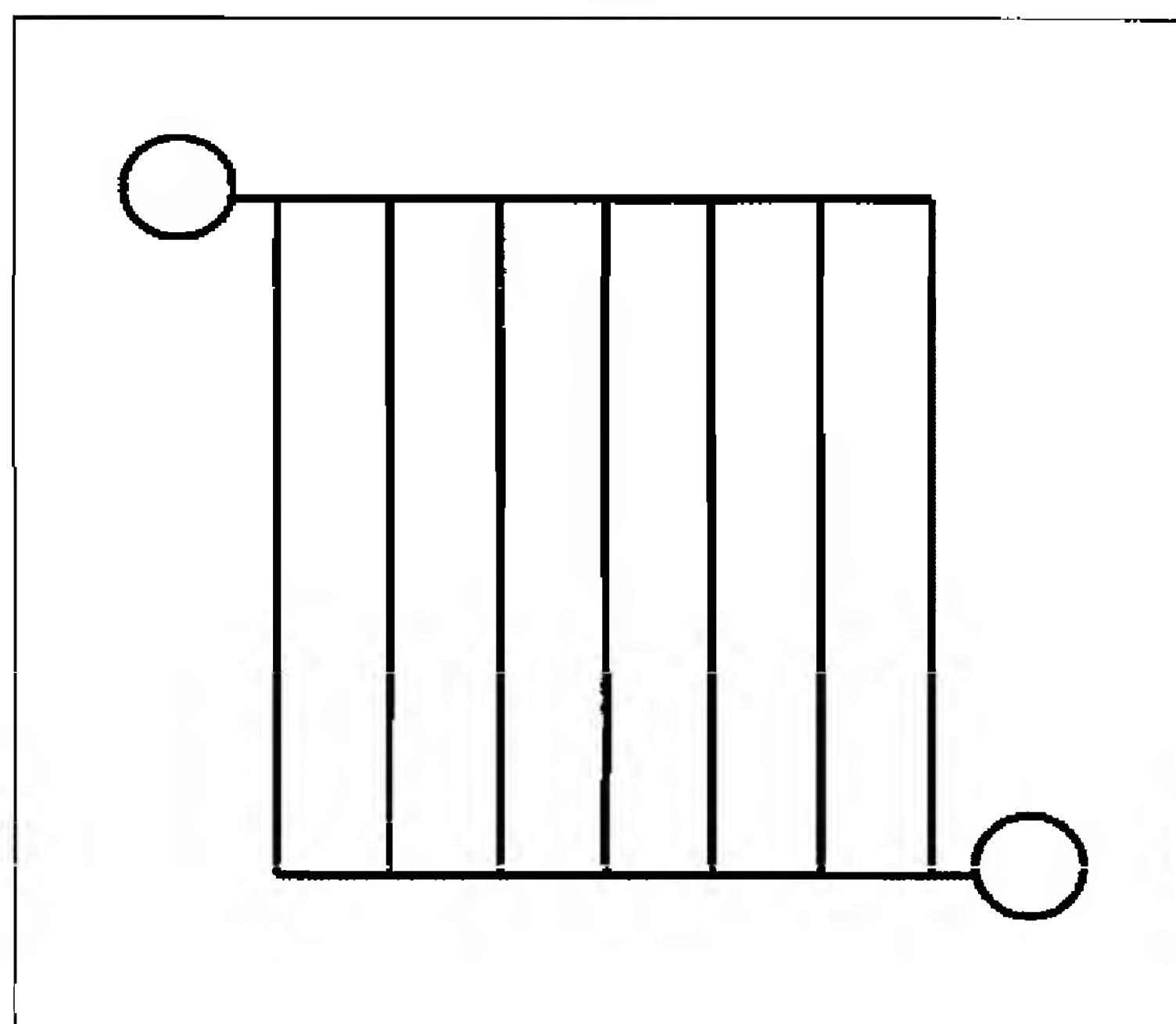
도면6



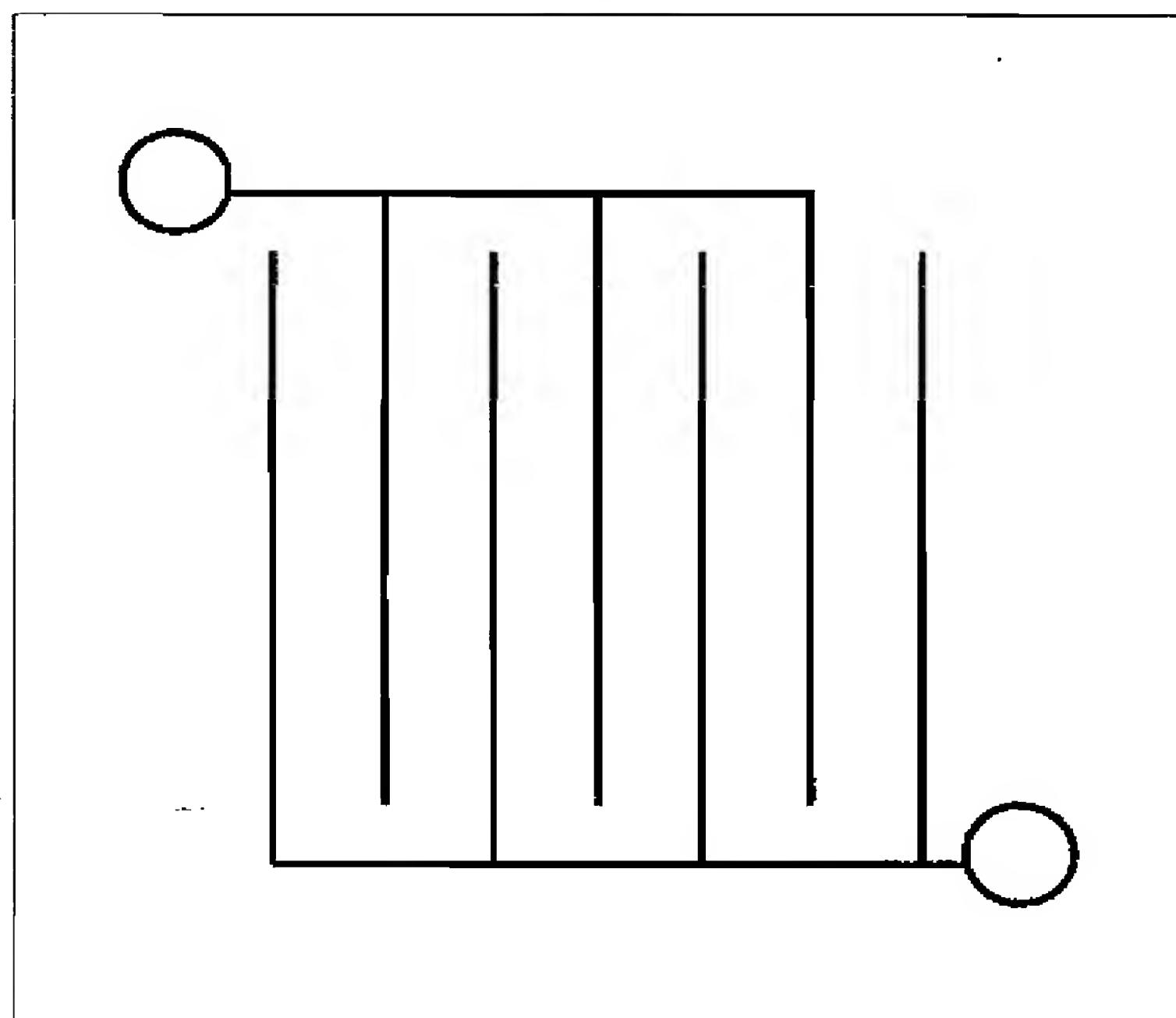
도면7a



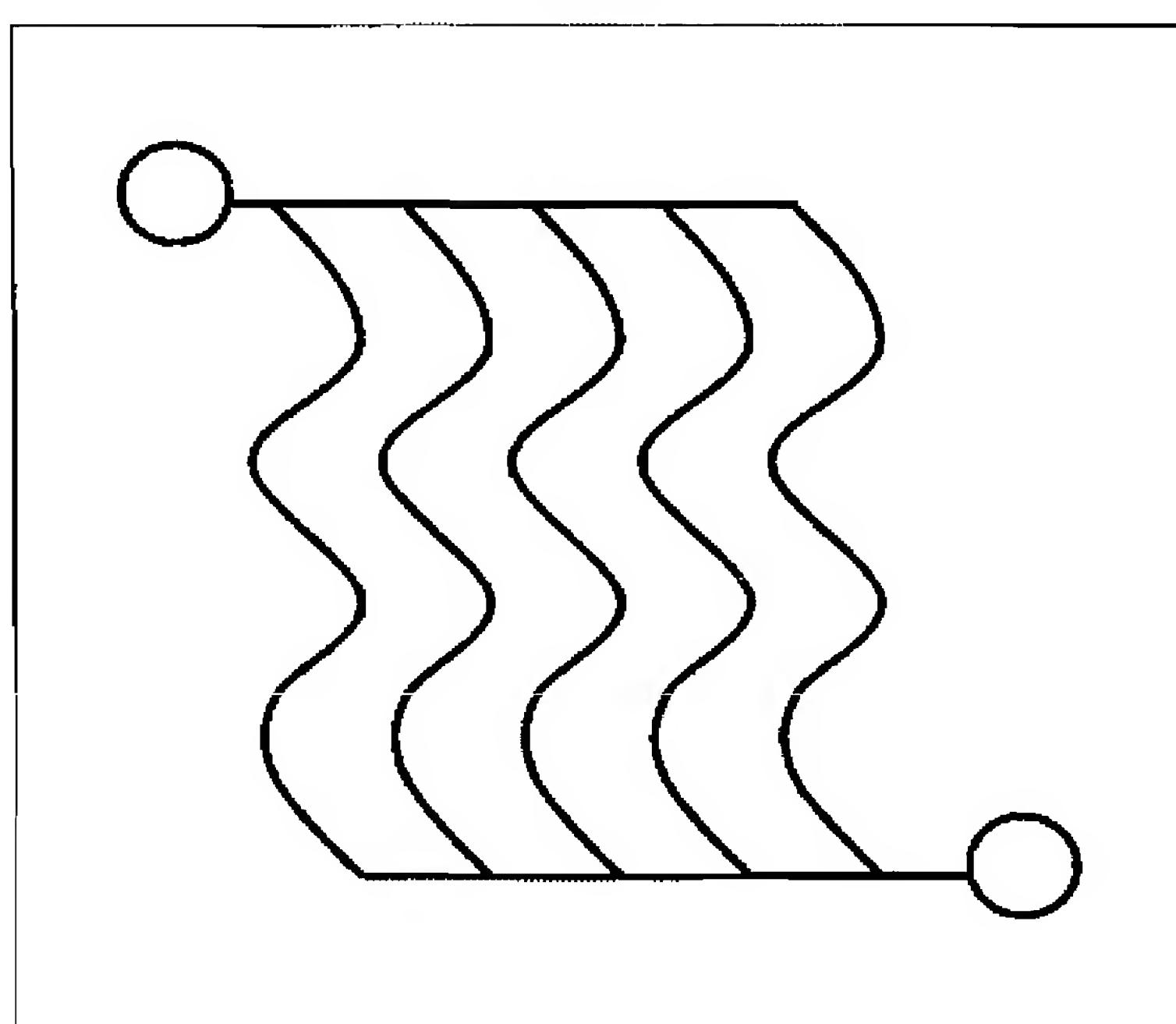
도면7b



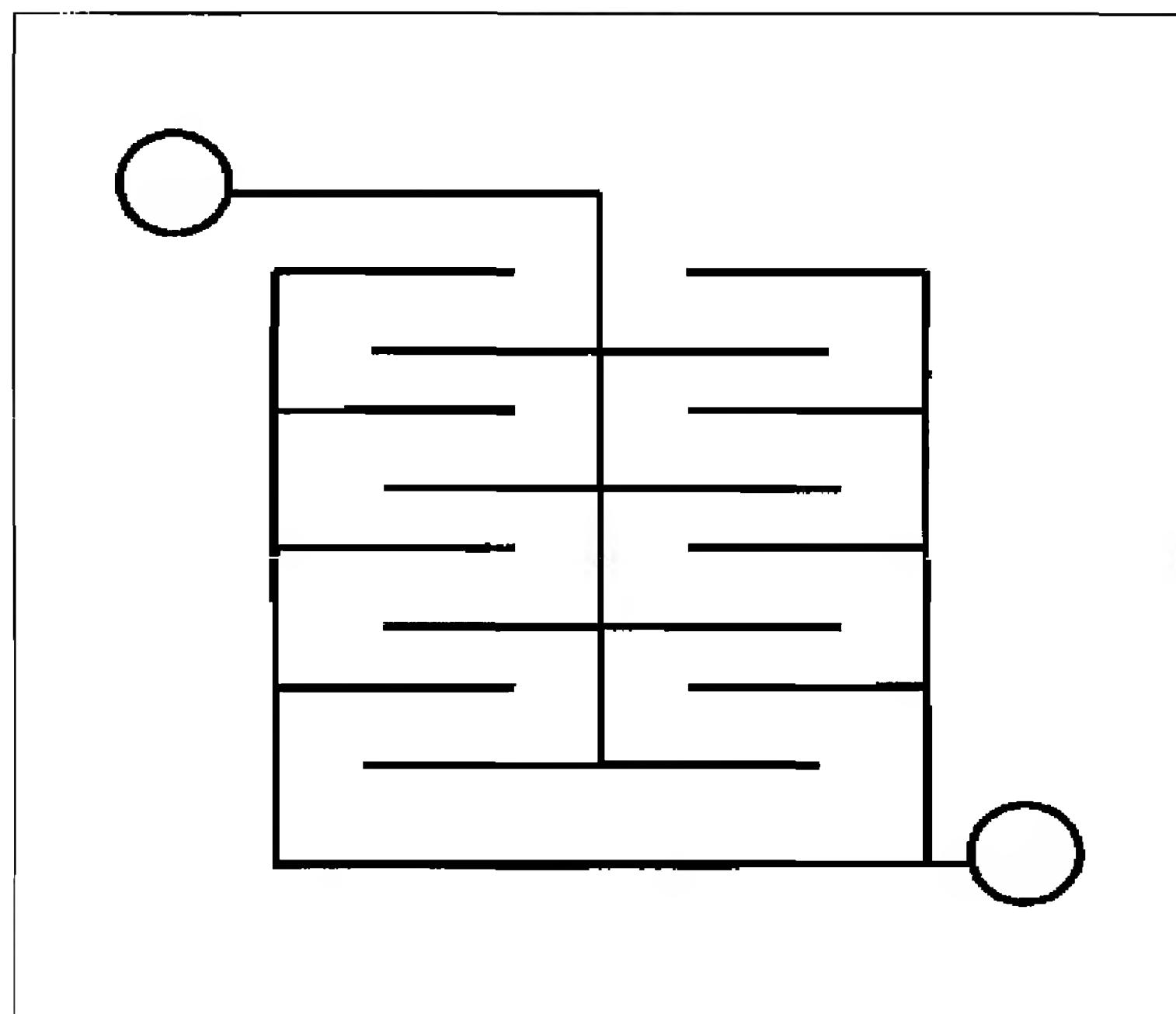
도면7c



도면7d



도면7e



도면8

